

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO

Imagen y Acústica

Filtros Analógicos Simples

Docente:

Ing. Gabriel Esquivel

Fecha:

17 de septiembre de 2018

Tabla de contenido

Tipos de Filtros

Se pueden tipificar los filtros según su respuesta o comportamiento en función de la frecuencia. Los típicos y más usuales son:

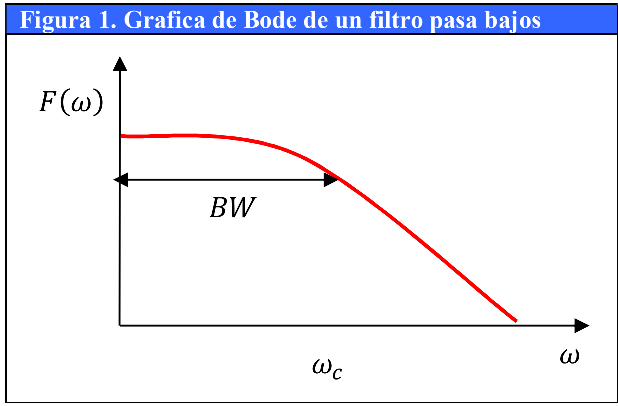
- Pasa bajos
- Pasa Altos
- Pasa Banda
    - Banda Ancha
    - Banda Angosta
- Elimina Banda
- Peine

A su vez, pueden dividirse en cuanto a la tecnología utilizada en:

- Filtros pasivos
- Filtros activos

Filtro pasa bajos

Figura 1. Grafica de Bode de un filtro pasa bajos



Son aquellos filtros que dejan pasan las frecuencias bajas, es decir, a partir de una dada frecuencia de corte f_c (recuerde que $\omega_c = 2\pi f_c$) las señales son atenuadas cada vez más, a medida que la frecuencia de esta aumenta.

Visualmente se puede ver así:



Este tipo de grafica tiene escalas logarítmicas en ambos ejes, y son conocidas como ***graficas de Bode*** (de modulo en este caso).

Filtro pasa bajos RC

Figura 2. Filtro pasa bajos RC

El circuito a analizar es el siguiente:

Su transferencia se halló en *Filtro Pasa Bajos RC* unas páginas más abajo… llegando a la siguiente ecuación:

$$|T(\omega)|_{dB} = -20 \cdot log\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 + 1}$$

La expresión mostrada describe como varia la transferencia (en decibeles) en función de la frecuencia (recuerde que $\omega = 2\pi \cdot f$).

Mientras que el valor de ω_c es:

$$\omega_c = \frac{1}{C \cdot R}$$

Para graficarla se procede a analizar diferentes rangos de valores de ω, a saber:

1. Si $\omega \ll \omega_c$ tendremos que $\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 \ll 1$, por lo tanto en este caso:

$$|T(\omega)|_{dB} \to 0dB$$

2. Si $\omega \gg \omega_c$, ahora tendremos que $\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 \gg 1$, por lo tanto en este caso:

$$|T(\omega)|_{dB} \to -20 \cdot log\left|\frac{\omega}{\omega_c}\right|$$

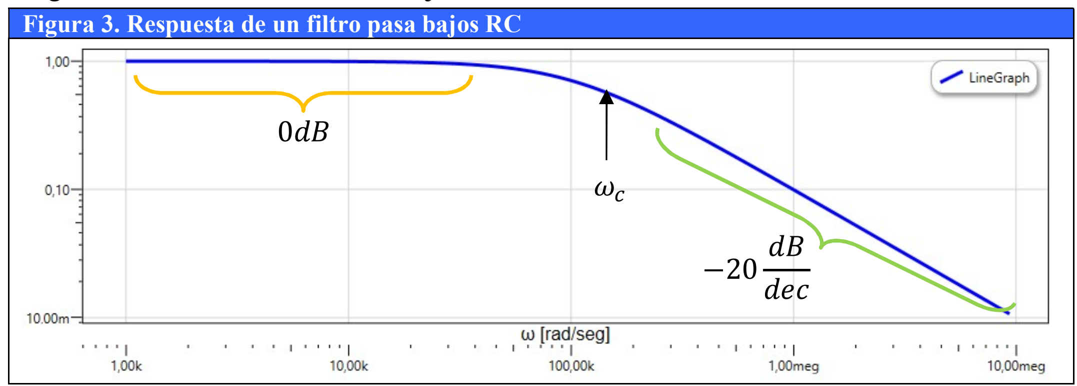
Se trata de una recta (en este grafico de escala doble logarítmicas) con pendiente $-20\frac{dB}{dec}$ que pasa por $\omega = \omega_c$.
En este último caso, más tiende a cero veces (o a $-\infty dB$) conforme mayor sea la frecuencia (u ω).

3. Si $\omega = \omega_c$, ahora tendremos que $\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 = 1$, por lo tanto en este caso:

$$|T(\omega_c)|_{dB} = -20 \cdot log\sqrt{2} \cong -3dB$$

La grafica real es la mostrada debajo:

Figura 3. Respuesta de un filtro pasa bajos RC



Como podrá apreciar, a bajas frecuencias el filtro deja pasar las señales casi sin atenuación, mientras que, por arriba de ω_c la atenuación se incrementa cada vez más a medida que la frecuencia u ω aumenta.

Ing. Gabriel Esquivel
17 de septiembre de 2018
Versión 1.0.0.0

Anexo 1 – Cálculos Auxiliares

Filtro Pasa Bajos RC

La ley de Ohm para un capacitor con régimen senoidal permamente es:

$$v_C = i_C \cdot X_C$$

Donde X_C es la reactancia del capacitor, dada por:

$$X_C = \frac{1}{j\omega \cdot C}$$

La transferencia del circuito $\frac{vo}{vs}(\omega)$ se puede calcular como (utilizando la ecuación del divisor de tensión):

$$T(\omega) = \frac{\frac{1}{j\omega \cdot C}}{R + \frac{1}{j\omega \cdot C}}$$

Ecuación 1

$$T(\omega) = \frac{1}{j\omega \cdot C \cdot R + 1}$$

Pero, lo que nos interesa es el módulo de esta expresión, entonces:

$$|T(\omega)| = \left|\frac{1}{j\omega \cdot C \cdot R + 1}\right|$$

$$|T(\omega)| = \frac{|1|}{|j\omega \cdot C \cdot R + 1|}$$

$$|T(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{(\omega \cdot C \cdot R)^2 + 1}}$$

Llamando a ω_c omega de corte:

Ecuación 2

$$\omega_c = \frac{1}{C \cdot R}$$

Que en este caso es:

$$\omega_c = \frac{1}{10nF \cdot 1K\Omega} \qquad \omega_c = \frac{1}{10^{-8} \cdot 10^3} rad/seg$$

$$\omega_c = 10^5\ rad/seg$$

Reemplazando nos queda:

$$|T(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 + 1}}$$

Luego, si lo pasamos a decibeles:

Ecuación 3

$$|T(\omega)|_{dB} = 20 \cdot log|T(\omega)|$$

$$|T(\omega)|_{dB} = 20 \cdot log(1) - 20 \cdot log\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 + 1}$$

Finalmente obtenemos:

Ecuación 4

$$|T(\omega)|_{dB} = -20 \cdot log\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 + 1}$$